

УДК 622.273.363.2

## ДВУХШНЕКОВЫЙ СЕЛЕКТИВНЫЙ КОМБАЙН ДЛЯ ОТРАБОТКИ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛИННЫМИ ОЧИСТНЫМИ ЗАБОЯМИ

*д-р техн. наук В.Я. ЩЕРБА, д-р техн. наук, проф. В.Я. ПРУШАК, Б.И. ПЕТРОВСКИЙ,  
П.И. КАЛИНИЧЕНКО*

*(Солигорский институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством),  
В.М. КИРИЕНКО, В.Н. ПЛЕСКУНОВ  
(РУП «ПО «Беларуськалий», Солигорск)*

*Разработана новая конструкция очистного комбайна для селективной выемки калийных пластов сложного строения на полную мощность одной лавой, позволяющая повысить производительность механизированных комплексов и расширить область их применения.*

Старобинское месторождение калийных солей, расположенное в южной части республики, находится в эксплуатации с 1962 года. По своему строению оно представляет пологую пластовую залежь (угол падения 1...3°). Промышленными являются Второй и Третий калийные пласты. Основные запасы сильвинитовой руды на месторождении (около 80 %) сосредоточены на Третьем калийном пласте, в состав которого входят три продуктивных сильвинитовых слоя (II, III, IV) мощностью 0,6... 1,3 м, разделенных слоями каменной соли II - III и III - IV примерно такой же мощности. В настоящее время горные работы на Третьем пласте ведутся двухслоевыми лавами на глубине 600...850 м (рис. 1). По этой технологии подготовка верхней лавы по IV сильвинитовому слою длиной 180...200 м и нижней лавы по слоям II, II - III и III длиной 150... 175 м - раздельная. Выемку обоих слоев ведут механизированными комплексами с опережением во времени нижнего слоя верхним от 2...3 месяцев до нескольких лет. Кровлей для нижней лавы служит межслоевая пачка каменной соли III - IV. При ведении горных работ двухслоевыми лавами из-за необходимости оставления широких целиков для охраны подготовительных выработок от горного давления, потери полезного ископаемого в недрах достигают 50 %. Кроме того, периодически имеют место случаи разрушения крепи в нижних лавах в результате интенсивных динамических обрушений кровли, представляющих серьезную опасность для обслуживающих механизированные комплексы персонала.

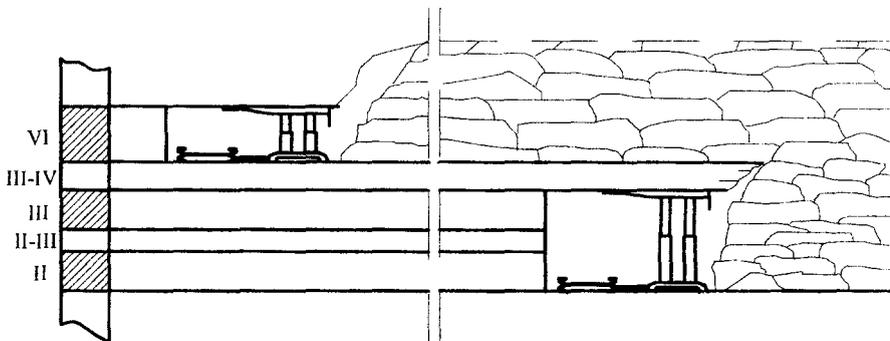


Рис. 1. Слоевая выемка Третьего пласта на Старобинском месторождении

В результате шахтных исследований и накопленного опыта слоевой выемки установлено, что основной причиной возникновения динамики является предварительная выемка верхнего слоя (надработка), в результате которой над образовавшейся зоной обрушения формируется шарнирно-блочная система из вышележащих пород кровли [1].

Анализ показывает, что недостатки технологии двухслоевой выемки могут быть устранены путем селективной отработки Третьего пласта на полную мощность одной лавой с повторным использованием выемочных штреков или с проведением их вприсечку к выработанному пространству [2, 3].

Селективная выемка пласта одной лавой может осуществляться различными типами комбайнов. При этом установлено, что более высокой производительности следует ожидать от применения селективного двухшнекового комбайна с дополнительным выдвигаемым режущим органом для опережающей выемки среднего (III) сильвинитового слоя [4]. Каждый технологический цикл осуществляется за два рабочих хода этого комбайна. Вначале обрабатываются верхний (III - IV) и нижний (II - III) породные прослои при извлеченном в предыдущем цикле на величину захвата шнека среднем (III) слое. Отбитая порода с уступа забоя поступает на задвинутый к забою конвейер и транспортируется на закладочные

установки для возведения за крепью лавы бутовых полос. При обратном ходе комбайна вынимаются одновременно все слои сильвинита. Однако при использовании такого комбайна необходимо проводить в поле лавы дополнительный штрек с оставлением межштрекового целика шириной, равной расстоянию между шнеками для размещения их в штреках при фронтальной зарубке комбайна. При этом не исключается валовая выемка нижних (II - II - III, III) слоев в концевых частях лавы.

Основными недостатками комбайна являются сложная конструкция выдвижного дополнительного режущего органа, относительно высокие энергоемкость, вес и стоимость.

Выемку пласта на полную мощность можно вести серийным двухшнековым комбайном, например, Электра 700 или КГС-570 в комплексе с нишенарезной машиной типа ЕСА. При этом нишенарезной машиной со шнеком диаметром не менее мощности среднего (III) слоя вынимается этот слой по длине лавы не занятой комбайном и разделяются ниши в породном (III - IV) прослое для размещения шнеков при фронтальной зарубке комбайна. При задвинутом конвейере серийный комбайн со шнеками диаметром не более суммарной мощности среднего (III) слоя и породного (III - IV) прослоя при движении от нишенарезной машины к бортовому штреку вынимает породные прослои, а при обратном ходе сильвинитовые (II и IV) слои с выполнением соответствующих вспомогательных концевых операций в каждом технологическом цикле. К недостаткам данного комплекса можно отнести необходимость укладки в желобе кабелеукладчика траковой цепи нишенарезной машины на половине длины лавы и двух рядов на ней траковой цепи комбайна, использование нишенарезной машины типа ЕСА для выемки среднего (III) слоя и концевых операций, а также необходимость валовой выемки нижних (II, II - III, III) слоев в концевой части лавы, протяженностью не менее длины очистного комбайна.

Для выемки пласта на полную мощность, а также его нижних (II, II - III, III) слоев разработан новый комбайн типа СЛ-500С с двумя выдвижными на забой шнеками. В настоящее время на руднике 2 РУ задействованы на селективной выемке нижних слоев (II, II - III, III) слоев пласта три комбайна СЛ-500С (рис. 2). В 2003 году комбайном СЛ-500С в комплексе с нишенарезной машиной ЕСА-150 было добыто более 550 тыс. т сильвинита и около 150 тыс. т галита для возведения бутовых полос.

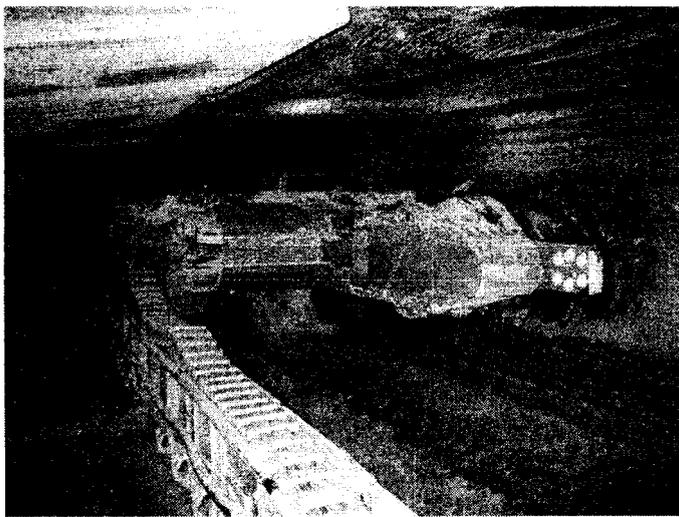


Рис. 2. Селективный комбайн СЛ-500С в забое нижней лавы рудника 2 РУ

Использование комбайна типа СЛ-500С для выемки пласта на полную мощность при изменяющейся (от 0,8 до 1,4 м) мощности IV сильвинитового слоя потребует определенного набора рукоятей со шнеками диаметром не более мощности этого слоя. А на участках пласта, где мощность IV слоя меньше породного (III - IV) прослоя, выемка может вестись или с присечкой породы, или с дополнительными операциями для выемки породного прослоя. Существенными недостатками являются также большой вес комбайна при наличии в конструкции массивных кронштейнов с направляющими для выдвижных рукоятей, а также необходимость выполнения в каждом технологическом цикле около 40 различных вспомогательных операций по выдвижению-сокращению шнеков, переводу щитков, выставлению шнеков на зарубку-вырубку и т.д.

Каждый технологический цикл начинается с зарубки косым заездом по верхнему слою пласта на участке лавы протяженностью не менее двух расстояний между шнеками с предварительной выемкой среднего слоя на участке протяженностью не менее трех расстояний между шнеками. Для этого второй шнек на бортовом штреке выдвигают и при подъеме рукояти выставляют по мощности среднего слоя с выемкой его на участке указанной протяженности при движении комбайна к противоположному борту лавы. Затем комбайн отгоняют в исходное положение с зачисткой комбайновой дороги. Для зачистки

концевого участка второй шнек также опускается на почву лавы в сложенном положении, а погрузочный щиток переводится на противоположную сторону. После зачистки оба шнека поднимаются к кровле и забойный конвейер вместе с комбайном задвигаются для зарубки по верхнему слою. При этом комбайн отгоняется на указанную величину (до забоя по среднему слою) и при возвращении его к бортовому штреку с выдвиганием второго шнека осуществляется зарубка косым заездом по верхнему слою. Отбитую руду с уступа среднего слоя выгружает первый шнек на задвинутый к забою конвейер. При выходе второго шнека к борту лавы шнеки меняются местами. В сложенном положении второй шнек опускается на средний слой с переводом погрузочного щитка на противоположную сторону, а первый шнек после перевода щитка на противоположную сторону поднимается с выдвиганием в подготовленной забой по верхнему слою. При движении комбайна прямым ходом вынимают верхний и средний слои пласта. По окончании выемки верхнего слоя первый шнек сокращается, опускается на штрек с переводом щитка на противоположную сторону и выставляется по среднему слою для выемки его на участке между шнеками при движении комбайна в обратном направлении. После выемки среднего слоя на данном участке первый шнек после перевода щитка на противоположную сторону поднимается и выдвигается для зарубки по верхнему породному прослою. При возвращении комбайна к штреку, первый шнек вынимает верхний породный прослой, а второй - нижний породный прослой. Затем при выходе первого шнека к борту лавы, он в сложенном положении опускается на штрек с переводом щитка на противоположную сторону и выставляется по мощности нижнего породного прослоя, а второй шнек после перевода щитка на противоположную сторону поднимается и выдвигается в забой по верхнему породному прослою. При движении комбайна обратным ходом отбиваются породные прослои с погрузкой породы с уступов на забойный конвейер и далее на закладочные установки. При выходе второго шнека к борту лавы он в сложенном положении опускается на штрек с переводом щитка на противоположную сторону и выставляется по мощности нижнего породного прослоя для выемки его на участке между шнеками. После окончания выемки породы комбайн возвращается к штреку, второй шнек опускается на почву лавы для выемки нижнего слоя, а на первом шнеке переводится щиток на противоположную сторону и снова при прямом ходе комбайна вынимается нижний (II) слой сильвинита. После зарубки комбайна по среднему слою и задвижки к забою конвейера с комбайном начинается новый технологический цикл.

Учитывая приведенные недостатки комбайна типа СЛ-500С для выемки пласта на полную мощность, была разработана новая конструкция комбайна для выемки пласта также за три рабочих хода. Основным преимуществом разработки является возможность использования серийных комбайнов со встроенными в рукоять приводами для переоборудования их в местных условиях в селективные, например, из серии СЛ-300 (рис. 3).

С этой целью изготавливаются две соединительные проставки рукоятей с корпусом комбайна (рис. 4). Для рукояти с большим шнеком диаметром не более суммарной мощности породного (III - IV) прослоя и III слоя сильвинита изготавливается проставка, состоящая из кронштейна с ползуном, перемещающегося в его направляющем пазу в горизонтальной плоскости. Кронштейн шарнирно связан с корпусом комбайна и гидродомкратом подъема рукояти, а съемный ползун соединен с рукоятью жестко с использованием ее проушин. Ползун с рукоятью перемещается в направляющем пазу кронштейна от забоя в транспортное положение на величину не менее ширины шнека. А рукоять с малым шнеком диаметром не менее мощности III слоя соединяется с корпусом комбайна проставкой с дополнительным гидродомкратом подъема рукояти с возможностью установки ее под оптимальным углом при выемке II сильвинитового слоя.

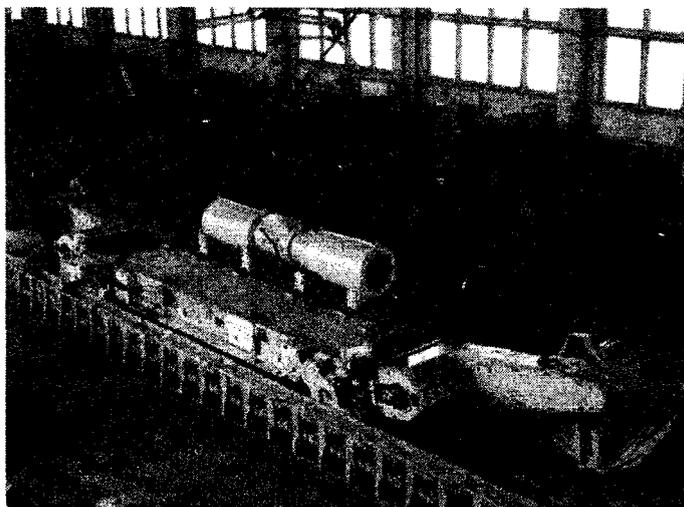


Рис. 3. Комбайн СЛ-300/400 совместного производства фирмы «Eickhoff» и ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством» в сборочном цехе Опытного производства

Комбайн работает следующим образом. Каждый технологический цикл селективной выемки осуществляется за три рабочих хода и три отгона комбайна с зачисткой уступа забоя. При этом сокращаются до минимума количество вспомогательных операций в концевых участках лавы по сравнению с выемкой пласта комбайном типа СЛ-500С. Конструкция нового комбайна обеспечивает фронтальную зарубку в каждом цикле, что дает возможность снизить нагрузки на привод забойного конвейера и износ решетчатого става, так как исключается изгиб конвейера, который осуществляется при зарубках комбайна косыми заездами.

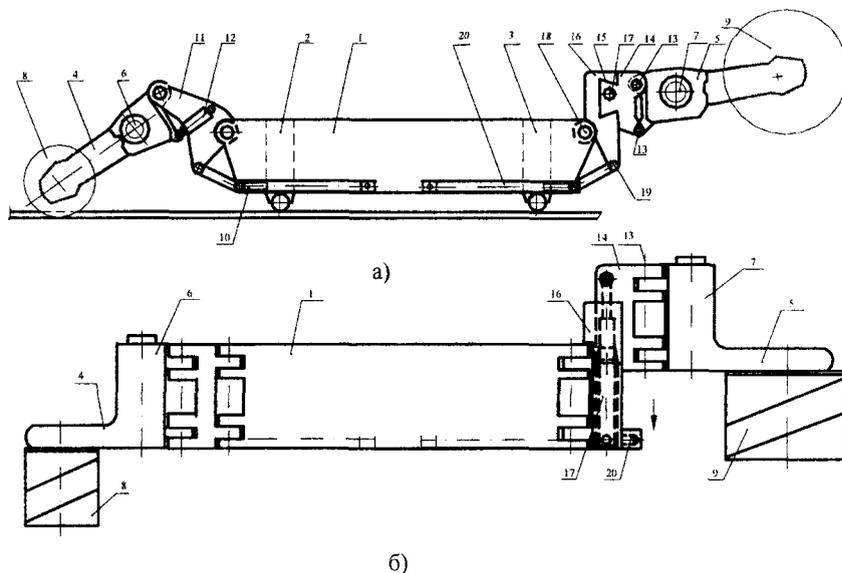


Рис. 4. Комбайн для селективной выемки Третьего пласта на полную мощность:

- а - вид со стороны забоя лавы; б - вид сверху; 1 - корпус комбайна; 2, 3 - механизмы подачи; 4, 5 - поворотные рукояти; 6, 7 - приводы; 8, 9 - шнеки; 10, 12 - гидродомкраты подъема рукояти; 11 - проставка; 13 - оси; 14 - съемный ползун; 15 - паз в кронштейне; 16 - кронштейн; 17 - гидродомкрат ползуна; 18 и 19 - шарниры кронштейна для соединения с корпусом и гидродомкратом; 20 - гидродомкрат подъема рукояти

Для фронтальной зарубки комбайна рукоять с ползуном перемещается от забоя в транспортное положение, при котором большой шнек располагается над конвейером. В таком положении малый шнек выставляют на штреке по мощности III слоя пласта и задвигают к забою конвейер вместе с комбайном. Перемещаясь механизмами подачи, комбайн при движении от вентиляционного к конвейерному штреку вынимает средний (III) слой сильвинита. При выходе большого шнека на конвейерный штрек его возвращают в рабочее положение и при обратном ходе комбайна вынимают нижние слои пласта на участке лавы между шнеками с оставлением у почвы пласта пачки II сильвинитового слоя. После выхода большого шнека в забой III слоя он снова задвигается в транспортное положение, а комбайн отгоняется к вентиляционному штреку с зачисткой уступа забоя по III слою. После отгона комбайна в концевой части лавы малым шнеком выполняют нишу в породном (III - IV) прослое для задвижки в нее большого шнека. После чего малый шнек выставляют на штреке для выемки нижнего породного прослоя, а большой - в нише для выемки верхнего породного прослоя и при движении комбайна к конвейерному штреку производят отбойку породы и закладку ее в выработанное пространство за крепь лавы. При вырубке большого шнека на штрек его опускают и при отгоне комбайна к вентиляционному штреку зачищают уступ от породы. На вентиляционном штреке малый шнек выставляют по мощности нижнего (II) слоя сильвинита, а большой поднимают для выемки верхнего (IV) слоя и при третьем рабочем ходе отбивают одновременно два слоя полезного ископаемого.

При выходе комбайна к борту конвейерного штрека большой шнек опускается до уровня почвы пласта и при движении комбайна к вентиляционному штреку вынимается пачка II слоя сильвинита на участке лавы между шнеками. Затем комбайн возвращается к конвейерному штреку для зачистки конвейерной дороги при отгоне его к вентиляционному штреку. После отгона комбайна большой шнек задвигают в транспортное положение, а малый выставляют на штреке по мощности III слоя и после фронтальной задвижки забойного конвейера с комбайном начинают новый технологический цикл.

Основными преимуществами данного комбайна по сравнению с известными является более широкая область его применения независимо от мощности породного (III - IV) прослоя и верхнего (IV) сильвинитового слоя. При этом нет необходимости изменять диаметр шнеков при изменении мощностей

слоев. Выемка в первую очередь среднего III слоя малым шнеком производится при выключенном двигателе большого шнека, выведенного в транспортное положение, что соответственно снижает энергозатраты. Оснащение комбайна более легкими и несложными по конструкции проставками для рукоятей позволит изготавливать их в местных условиях, что существенно снизит стоимость селективного комбайна по сравнению с СЛ-500С и даст возможность массового применения новых машин для селективной выемки пласта на полную мощность.

#### Выводы

1. Приоритетным направлением при отработке Старобинского калийного месторождения является переход на технологические схемы с селективной выемкой пластов на полную мощность одной лавой и повторным использованием выемочных штреков или с проведением вприсечку к выработанному пространству.

2. Выемку пластов на полную мощность одной лавой можно вести серийными двухшнековыми комбайнами «Электра-700» или КГС-570 в комплексе с нишенарезной машиной типа ЕСА, а также специальным селективным комбайном типа СЛ-500С с двумя выдвигными на забой шнеками, однако технические решения, заложенные в конструкции этих комбайнов, являются недостаточно эффективными для селективной выемки калийных пластов на полную мощность и не позволяют их использовать на всех участках месторождения.

3. Для повышения производительности очистной выемки и расширения области применения технологических схем с селективной выемкой пластов на полную мощность одной лавой разработана новая конструкция двухшнекового комбайна, базирующаяся на серийном валовом комбайне типа СЛ-300 и отличающаяся тем, что за счет оснащения рукоятей комбайна съемными проставками шнек большого диаметра имеет возможность перемещаться от забоя на ширину захвата при выемке сильвинитового слоя III, а шнек меньшего диаметра - устанавливаться под оптимальным углом наклона при выемке сильвинитового слоя II.

4. В настоящее время новая конструкция комбайна заявлена на патентование и рассматривается вопрос об его изготовлении в условиях ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Петровский Б.И. Разработка эффективных и безопасных технологий и средств очистной выемки сложноструктурных калийных пластов Старобинского месторождения: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 25.00.22, 05.05.06 / МГОУ. - М., 2003. - 36 с.
2. Бесцеликовые технологические схемы слоевой выемки Третьего калийного пласта / Б.И. Петровский, В.А. Губанов, В.Я. Прушак, В.Я. Щерба // Вопросы геомеханики подземной добычи калийных солей: Сб. ст. Горного информационно-аналитического бюллетеня. - М: МГГУ, 2003. - № 10. - С. 3 - 16.
3. Петровский Б.И. Решение проблемы динамических обрушений кровли на Старобинском месторождении закладкой выработанного пространства разрушенной породой // Вопросы геомеханики подземной добычи калийных солей: Сб. Горного информационно-аналитического бюллетеня. - М.: МГГУ, 2003. - № 10. - С. 54 - 66.
4. Гапанович Л.Н., Брайцев А.В., Лаврухина Л.Я. Целесообразность одноразовой отработки механизированным комплексом пологих пластов мощностью 6 м// Уголь. - 1997. - № 6. - С. 12-15.
5. А.с. 1592485 СССР, МКИ Е 21 С 25/00, 41/16. Способ селективной выемки пластов полезных ископаемых / А.А. Гавриков, П.И. Калинин, В.Н. Зеленкин и др. - № 4603060/24-03; Заявл. 05.11.88; Опубл. 15.08.93. Бюл. № 34 // Открытия. Изобретения. - 1990. - № 30. - С. 85.